

## 原著論文

# LEGO 教材を利用したプログラミング教育導入期における 授業デザインの提案と STEAM 教育の動向

竹 歳 賢 一\*

**抄録：**本研究は、我が国における STEAM 教育で必要な観点を明らかにするとともに、プログラミング教育の導入期における授業デザインを提案することを研究の目的とする。我が国におけるプログラミング教育について概観して、LEGO を利用したプログラミング教育の実践についての観点を得ることができた。そして、STEAM 教育について小学校段階で STEAM 教育の 5 つの分野について育てたい能力の定義、および「学びの STEAM 化」の視点を取り入れる方向性を得ることができた。プログラミング教育導入期における授業デザインを策定し教育実践をおこなった結果、「論理的思考態度」を高め、「プログラミング的思考」を直接「体験」できることを意識させる教育効果が期待できることが示唆された。

**キーワード：**プログラミング教育、STEAM 教育、論理的思考態度、LEGO 教材

## 1. はじめに

2020 年度から小学校においてプログラミングが必修化されたが、その策定については、「小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議」（2016）の議論のとりまとめより、①社会的背景として、「第 4 次産業革命」があり、我が国では AI やロボットが実用化される社会である Society 5.0（内閣府）を国策として推し進めている。このことは教育の観点から、指数関数的に急激に変化する予測不能な社会において、子どもたちが AI やロボットとこれから共存していくための教育が必要になってくる。②「プログラミング教育」は「プログラミング的思考」などを育成するもの、③「プログラミング的思考」とは、「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きを組み合わせが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組み合わせをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力」、④プログラミング教育が実施されるであろう教科は「総合的な学習の時間」、「理科」、「算数」、「音楽」、「図画工作」などがあげられる（初等教育資料 2016）。

また、近年、2000 年代初頭に米国において連邦法で制定された STEM 教育が推進され、世界的な動向とし

て STEAM 教育の重要性が認められ、英国、中国、アジア諸国等では、国の教育政策の軸に据えられ始めている。また、日本においては、川原田ら（2020）は STEAM 教育においてはプログラミング学習が必要で「プログラミング的思考」をどのように概念として位置づけるかが重要だと述べている。

このような背景のもと、本研究では我が国における STEAM 教育で必要な観点を明らかにするとともに、プログラミング教育の導入期における授業デザインを提案することを目的とする。

## 2. 研究の方法

研究目的に接近するために、

①我が国におけるプログラミング教育について、必修化に向けた準備状況を概観するとともに、LEGO を利用したプログラミング教育の実践についてレビューし、教育実践の観点について検討する。

②STEAM 教育の動向について概観し、小学校段階において STEAM 教育の 5 つの分野について育てたい能力を整理し、我が国における STEAM 教育の視点を検討する。

③プログラミング教育については、LEGO 教材を利用して全 3 時間で実施できるコンパクトな授業デザインを提案するために、授業計画、評価についての準備をおこなう。授業計画に沿った授業実践をおこない評価アンケート等を分析して教育効果を検証して授業デザインを提案する。

\*大阪大谷大学教育学部

### 3. プログラミング教育

#### 3.1 プログラミング教育必修化について

小学校を対象としたプログラミング教育については、学習指導要領（平成 29 年告示）「総則第 3 教育課程の実施と学習評価（3）イ」において、「児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動」を計画的に実施することが示されている。実施方法については特に、「小学校においては特に、情報手段の基本的な操作の習得に関する学習活動及びプログラミングの体験を通して論理的思考力を身に付けるための学習活動を、カリキュラム・マネジメントにより各教科等の特質に応じて計画的に実施することとしている。（中略）」が示されている（文部科学省 2017）。新科目として「プログラミング」が設定されるのではなく、各小学校が児童の実態を把握してどの学年、どの教科、そして、どのような目標のもとに体系的にプログラミング教育を推進していくのかを策定していくことが必要であり、如何に各小学校がカリキュラム・マネジメントをおこなうかが今後問われるであろう。

#### 3.2 プログラミング教育へ向けての準備状況

プログラミング教育へ向けての自治体の準備状況はどのようなになっているだろうか。文部科学省（2020 a）は、2020 年度から小学校プログラミング教育が必修となるにあたり、各学校において、2019 年度中に、その円滑な実施に向けて市町村教育委員会における準備状況・予定などの「指導体制の基礎」について調査を実施した。ここでの「指導体制の基礎」とは「教育委員会が設置する各小学校等において、少なくとも 1 人以上の教員が、実践的な研修を受けたり、授業の実践や模擬授業を実施したりしていることを指す」と定義している。調査結果は「小学校のプログラミング教育実施に向けて 93.5 % の教育委員会が今年度（2019 年度）末までに最低限必要と考えられる「指導体制の基礎」を実施済み・実施予定」であった。かなり高い割合で「指導体制の基礎」が整っていることがわかる。「基礎」とはいえ、かなりハードルの低い基準になっているように思われる。2020 年度から実質的にプログラミング教育を実施するためには、校内に全学年を統括してカリキュラム・マネジメントがおこなえるような組織を配置して計画がなされている状態が「指導体制の基礎」であると考ええる。各小学校でのプログラミング教育の実施体制が早急に全ての自治体で整うことを願う。

#### 3.3 プログラミング教育の実践

小学校におけるプログラミング教育の実践報告が徐々に蓄積され実践例が共有されてきている。それらの実践について利用されるプログラミング教材は次の 4 つに分類される（利根川ら 2017）。「①アンプラグド型 ②ソフトウェア（ビジュアル）型 ③ロボット型 ④その他」。また、プログラミング教育の実践では、金川（2015）が小学校 4、5、6 年生を対象に LEGO のプログラミングロボットを教材として利用し、子どもたちのコミュニケーション力、論理的思考力、空間認識の苦手意識の改善について教育効果が上がったとしている。

また、鶴田ら（2016）は、小学校 5 年生を対象に 1 人 1 台のタブレット環境のもと、LEGO 教材を使用してロボットを制御するためのプログラミングのアルゴリズムを考える授業実践をおこなうことにより、「プログラミングができるようになれば、順序立てて物事を考える力が身につく」という認識をする児童が増えることを明らかにしている。

さらに、松岸（2015）は STEAM 教育の展開については、LEGO 教具を用いたプログラミングを前提としたモデリング授業は、関連諸科学の本質に触れながら、近未来型授業ができることが期待できると述べ、LEGO 教材の有用性について触れている。

以上の先行研究の知見より、子どもたちにも馴染みの深い LEGO 教材が有効であることが認められていることから、本研究でのプログラミング授業実践においては LEGO 教材を用いることにする。

### 4. STEAM 教育

STEM 教育は米国政府の政策、とりわけアメリカ国立科学財団（NSF）により（Breiner et al. 2012）、1990 年代に科学技術人材の育成のための政策対応の一環として進められてきたものが発端である（STEM Task Force Report 2014）。その後十数年かけて、連邦政府に対して科学技術人材の育成についての政策対応を求める多数の報告書・提言によって全米での STEM 教育強化が推進された（堀田 2011）。STEM 教育は国家、州、地方レベルの様々なプログラムで導入され、教育改革と米国の国際競争力を取り戻すため重要な焦点として導入されている（Breiner et al. 2012）。オバマ政権下では、STEM 教育の充実が米国の科学技術分野での優位性を維持する方策であった（千田 2013）。

米国を発端として世界へ広まる中、STEM に“A”（Liberal Arts）を取り入れた STEAM 教育が提案された（Yakman 2008）。Yakman（2008）は、STEAM 教育は学

問領域を横断して指導する構造であると示している。また、STEAM 教育は、Engineering と Arts（言語や歴史などを含む文科）を通して解釈される科学と技術であり、すべては数学的な要素に基づくものであるとしている。

一方、日本においては STEAM 教育を「Science、Technology、Engineering、Art、Mathematics 等の各教科での学習を実社会での問題発見・解決にいかしていくための教科横断的な教育」と定義している（文部科学省 2019）。また、経済産業省（2019）は「未来の教室ビジョン」において「学びの STEAM 化」を提唱している。「学びの STEAM 化」とは「教科学習や総合的な学習の時間、特別活動も含めたカリキュラム・マネジメントを通じ、一人ひとりのワクワクする感覚を呼び覚まし、文理を問わず教科知識や専門知識を習得する（＝「知る」）ことと、探究・プロジェクト型学習（PBL）の中で知識に横断を刺し、創造的・論理的に思考し、未知の課題やその解決策を見出す（＝「創る」）ことが循環する学び」と定義している（経済産業省 2019）。この「学びの STEAM 化」は、STEAM 教育の教育内容・方法を策定して授業デザインを提案するにあたり有益な視座を与えてくれると思われる。

また、砂田（2020）の STEAM 教育の 5 分野それぞれで育てたい能力の内容を参考に、小学校段階において STEAM 教育で育てたい能力を定義した。（表 1）

表 1 STEAM 教育で育てたい能力

|                  |                                  |
|------------------|----------------------------------|
| Science          | 科学的知識、自然事象への興味関心                 |
| Technology       | ICT 機器の活用能力                      |
| Engineering      | 設計する力、組み立てる力                     |
| (Liberal) Art(s) | 創造力、問題設定力                        |
| Mathematics      | 論理的思考力、数学的モデリング力、関数的な考え方、統計的な分析力 |

これらの能力は STEAM 教育の中で身につけるとともに、STEAM 教育をおこなう上でも強力な武器になると考えられる。これらの能力は各教科で独立して獲得するものだけではなく STEAM 教育において教科横断型の学習にて実践的に習得することが望ましい。

## 5. プログラミング教育の導入期における授業デザインの提案

### 5.1 教育実践目的

筆者が昨年度（2019 年度）にいくつかの小学校の校内授業研究会に参加して聞き取りした結果、ほとんどの

小学校において、2020 年度からプログラミング教育についての具体的な授業計画がなされていないことが判明した。本年度（2020 年度）、複数の小学校からプログラミング教育導入期の出張授業の依頼を受け実施した内容について紹介する。教育実践においては、プログラミング活動を行うことで論理的思考態度を高めることができるかを明らかにする。具体的には、AI やロボットが実用化される社会である Society 5.0 に対して、子どもたちが興味を持ち、「ロボットがどのような仕組みで動く」のかを問題意識として共有し、論理的思考力の必要な「プログラミング」の基礎を「自動扇風機」作製をおこなうことで学びながら論理的思考態度を高めるねらいである。その教育実践の結果を分析・考察して、プログラミング教育の導入期における授業デザインを提案することを教育実践の目的とする。

### 5.2 教育実践方法

本研究において教育実践対象となる小学校 5 年生については、プログラミング経験は無い。

日時：2020 年 11 月、2 日間（全 3 時間）

対象：大阪府公立 K 小学校 5 年生

43 名（2 クラス）

教科：総合的な学習の時間

実践方法：1 人 1 台タブレット（iPad）環境のもと 1 人 1 台のロボット教材「レゴ WeDo 2.0」を利用し、人が近づいたら回り、人が離れたら止まる「自動扇風機」作製をおこなう。事前・事後に「論理的思考態度アンケート」の実施および「プログラミングの思考」達成度調査をおこない教育効果を検証する。

実践内容：

|     | 内容   |
|-----|--|
| 1 次 | Society 5.0 って何？<br>・ AI による社会の発展について<br>「論理的思考態度」事前調査           |
| 2 次 | 「レゴ WeDo 2.0」プログラミング<br>・ 身の回りのプログラミングを知ろう<br>・ 自動扇風機を作ろう        |
| 3 次 | まとめ<br>・ プログラミングの振り返り<br>「プログラミング的思考」達成度調査<br>「論理的思考態度アンケート」事後調査 |

STEAM 教育で育てたい能力（表 1）について、実践内容に関連する能力は、Science（科学的知識）、Technology（ICT 機器の活用能力）、Engineering（組み立てる力）、(Liberal) Art(s)（創造力、問題設定力）、Mathematics（論理的思考力）が該当する。また、STEAM 教

育の観点から教科横断的要素として、算数（演繹的な考え）、図画工作（A 表現：工作に表す活動）などがあげられる。

「論理的思考態度アンケート」の内容は下記のとおりである。齋藤（1999）の創造性態度アンケートにおける「論理性」の項目を参考にして、次の7項目を設定した。

- (1) 物事の全体のつながりを考える（つながり）
- (2) 結果にいたる筋道を考える（筋道）
- (3) どうしてそうなるのかという理由を考える（理由を考える）
- (4) 何か複雑な問題を考えると混乱してしまう（反転項目）（混乱）
- (5) 結果や筋道を予想する（予想）
- (6) 誰もが納得できるよう説明をする（説明する）
- (7) 考えをまとめることが得意である（まとめる）

尺度は5段階で点数化を次のようにおこなう。①まったくそうは思わない（1点）②あまりそうは思わない（2点）③少しそう思う（3点）④かなりそう思う（4点）⑤非常にそう思う（5点）。

また、プログラミング活動において「プログラミング的思考」（文部科学省 2020 b）を児童に直接“体験”させることの教育的効果を評価するために、「プログラミング的思考」達成度評価を設定した。本教育実践のプログラミング活動を「プログラミング的思考」と対応させ児童に自己評価させる。「プログラミング的思考」内容を5つの項目に分け、それぞれを本教育実践のプログラミング活動に対応させた。内容は下記のとおりである。

自分が意図する一連の活動（自動扇風機を完成する）を実現するために、

- ①必要な動きを分けて考える  
・自動扇風機の仕組みがわかった。
- ②動きに対応した命令（記号）にする  
・自動扇風機の動きと「命令ブロック」を結びつけることができた。
- ③組み合わせる  
・「命令ブロック」をどのように組み合わせたらよいかわかった。
- ④試行錯誤しながら継続的に改善する  
・うまく回らないときに「命令ブロック」をどのように組み合わせたらよいか改善できた。
- ⑤論理的に考える  
・筋道を立てて「命令ブロック」を組み合わせることができた。

（下線は「プログラミング的思考」の内容である。）

評価のための尺度は4段階で点数化を次のようにおこなう。①まったくそうは思わない（-2点）②あまりそうは思わない（-1点）③少しそう思う（+1点）④非常にそう思う（+2点）。①②は否定的な評価で達成度が低いマイナスの得点、③④は肯定的な評価で達成度が高いプラスの得点とする。

### 5.3 教育実践の内容

第1次：「Society 5.0」って何？

児童に、内閣府による「Society 5.0」の紹介動画を見せ、「Society 5.0」を支える技術として、IoT、AI、ロボット、ドローン、自動運転、キャッシュレス決済などがあることを知らせ、これからの生活をより便利にしてくれることを想像させた。

「論理思考態度アンケート」事前調査をおこなった。

第2次：「自動扇風機を作ろう！」

準備物：

- ・iPad（アプリ：WeDo 2.0 LEGO®REducation）（図3）
- ・レゴ WeDo 2.0（図1）ブロック、モーター、超音波センサー

「Society 5.0」において、IoT、AI、ロボット、ドローン、自動運転などが、より生活を便利にする仕組みとしてプログラミングが重要であることを知らせた。自動ドア、自動改札機などプログラミングされた機械が何度も繰り返し動いていくことに関心を持たせ、センサーによる機械制御を利用した「人が近づいたら回り、人が離れたら止まる」プログラム（図3）を利用した「自動扇風機」（図2）を作製させた。プログラミング（図3）については、基礎となる「順序」「繰り返し」「条件分岐」の考え方を意識させ「命令ブロック」を組み合わせ次の手順で完成させた。

- ①自動扇風機の設計図（iPad アプリ）を見て組み立てる。
- ↓
- ②自動扇風機を回す（サンプルプログラムを紹介）
- ↓
- ③人が近づくと回る（超音波センサーの利用説明）
- ↓
- ④人が離れると止まる（各自で考える）
- ↓
- ⑤繰り返し動くようにする

第3次：まとめ

プログラミング学習の感想・内容について共有し、振

り返りを行った。「論理的思考態度アンケート」事後調査と「プログラミング的思考」達成度調査を実施した。

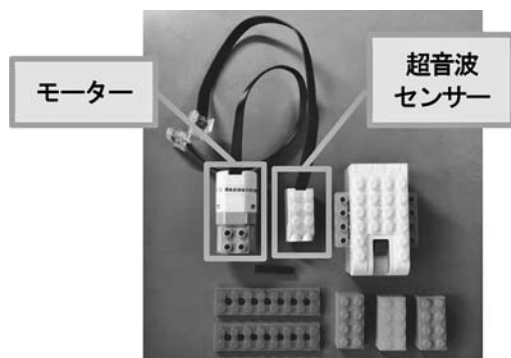


図1 レゴ WeDo 2.0 使用パーツ

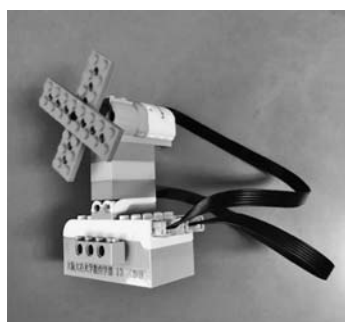


図2 組み立てた自動扇風機

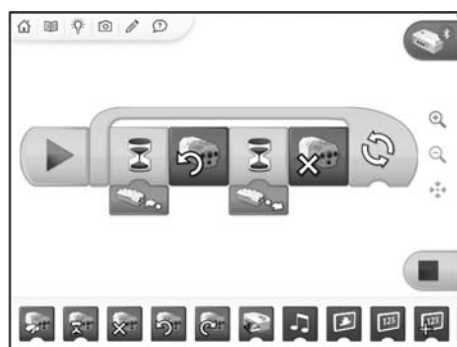


図3 自動扇風機のプログラム

## 5.4 教育実践の結果

教育実践で得られたデータ結果をもとに統計処理を施し考察をおこなう。結果は以下の通りである。

図4 論理的思考態度の事前・事後比較

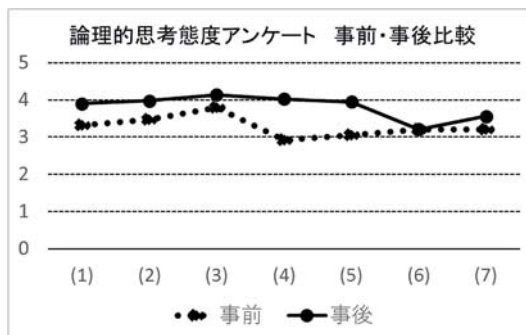


表2 「論理的思考態度」事前・事後の平均差の検定

| 質問項目     | 事前   | 事後   | SD   | t検定  |
|----------|------|------|------|------|
| (1) つながり | 3.33 | 3.91 | 1.05 | ***  |
| (2) 筋道   | 3.47 | 3.98 | 1.22 | **   |
| (3) 理由   | 3.79 | 4.14 | 1.15 | *    |
| (4) 混乱   | 2.93 | 4.02 | 1.29 | ***  |
| (5) 予想   | 3.05 | 3.95 | 1.52 | ***  |
| (6) 説明   | 3.20 | 3.21 | 1.13 | n.s. |
| (7) まとめる | 3.21 | 3.56 | 1.19 | *    |

\*:  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \*\*\* :  $p < 0.001$

n.s.: not significant n=43

表3 「論理的思考態度」事前・事後合計の差の検定

|                       | 事前   | 事後   | t検定     |
|-----------------------|------|------|---------|
| 合計得点平均                | 23.0 | 26.6 | ***     |
| ***: $p < 0.001$ n=43 |      |      | 【満点35点】 |

表4 「プログラミング的思考」体験の達成度

| 「プログラミング的思考」項目    | 平均  |
|-------------------|-----|
| ①必要な動きを分けて考える     | 1.8 |
| ②動きに対応した命令(記号)にする | 1.8 |
| ③組み合わせる           | 1.6 |
| ④試行錯誤しながら継続的に改善する | 1.2 |
| ⑤論理的に考える          | 1.6 |
| 合計                | 8.0 |

①⑤:各満点2点, 合計:満点10点 n=43

## 5.5 「論理的思考態度」に関する考察

事前・事後の平均値を算出し、その差について t 検定をおこなった結果、次の6項目で有意差が認められた。有意差 ( $p < 0.001$ ) があり(1)、(2)、(4)、(5)、有意差 ( $p < 0.05$ ) があり(3)、(7)である(表2)。また、事前・事後のアンケート7項目の合計点(35点満点)を、「論理的思考態度」総合得点として、得点平均を比

較した。事前・事後の得点平均差（事前得点＜事後得点）について、t検定をおこなった結果、有意差（ $p < 0.001$ ）が認められた（表3）。考察として、本研究における授業実践で設定した授業内容・方法については、「論理的思考態度」を全般的に高める可能性があることが示唆された。

## 5.6 「プログラミング的思考」体験に関する考察

プログラミング活動において「プログラミング的思考」について LEGO 教材を利用して、直接“体験”させることの教育的効果を評価するために、「プログラミング的思考」達成度の5項目それぞれについて平均を算出した。また5項目の合計の平均も算出した。（平均値） $>0$  ならば、児童は「プログラミング的思考」の体験を意識できた。（平均値） $<0$  ならば児童は「プログラミング的思考」の体験を意識できたとは言えないとみなす。結果は5項目それぞれおよび合計のどちらも（平均値） $>0$  となった。（表4）従って、プログラミング活動において「プログラミング的思考」について LEGO 教材を利用して、直接“体験”させることは教育的効果が期待できることが示唆された。

## 6. おわりに

本研究においては、我が国におけるプログラミング教育について概観して、LEGO を利用したプログラミング教育の実践についての観点を得ることができた。そして、STEAM 教育の動向について検討した結果、小学校段階において STEAM 教育の5つの分野について育てたい能力の定義、および我が国における STEAM 教育においては「学びの STEAM 化」の視点を取り入れる方向性を得ることができた。

また、本研究で提案したプログラミング教育における授業デザインは、「論理的思考態度」を高める、そして、「プログラミング的思考」を直接“体験”できることを意識させる教育効果が期待できることが示唆された。また、小学校におけるプログラミング教育導入期においては、本教育実践で利用した「レゴ WeDo 2.0」が教材として優れていると思われる。児童に対して教材を1人1台割り当てるのが望ましいが、特に公立学校では予算の都合上、学校単位でそろえるのは難しいのが現状である。この点については各自治体での学習環境の整備および運用の工夫が必要であるといえる。このような教育環境の支援活動を本学の STEAM Lab では社会貢献の一環としておこなっているため、いつでも相談に応じる体制をとっている<sup>20</sup>。

今後の課題として、本研究の成果をもとに、小学校高学年児童を対象に、「論理的思考力」、「問題解決能力」が高められる教育実践を計画したい。

【付記】本研究は、令和2年度大阪大谷大学特別研究費助成および、一部は JSPS 科研費（19K03125）助成を受けたものである。

## 参考・引用文献および註

- 1) 初等教育資料（2016）,『初等教育資料 2016年8月号』東洋館出版社, 98-111
- 2) 内閣府：Society 5.0 [https://www8.cao.go.jp/cstp/society\\_5\\_0/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/society_5_0/index.html)（2021年2月1日アクセス）
- 3) 文部科学省（2020 a）,「令和元年度 市町村教育委員会における小学校プログラミング教育に関する取組状況等調査の結果について」,『市町村教育委員会における小学校プログラミング教育に関する取組状況等調査』[https://www.mext.go.jp/content/20200107-mxt\\_jogai02-000003715\\_002.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200107-mxt_jogai02-000003715_002.pdf)（2021年2月1日アクセス）
- 4) 金川弘希（2015）「プログラムロボット学習」,『プログラミング教育実践ガイド』, 文部科学省, 12-15
- 5) 鶴田翔平 他（2016）「マインドストームを活用した小学校プログラミング教育の実践と評価」,『日本教育工学会研究報告集 16(1)』, 日本教育工学会, 191-196
- 6) 松崎昭雄（2015）,「数学教育からみた教具レゴを用いたモデリング研究への期待－モデリング課題研究の企画趣旨説明とわが国における STEM 教育の展開に向けて－」, 日本科学教育学会年会論文集 39 巻, 31-34
- 7) Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koepler, C. M. (2012) : What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships, *School Science and Mathematics*, 112, 1, 3-11.
- 8) STEM Task Force Report. (2014) : Innovate : a blueprint for science, technology, engineering, and mathematics in California public education, Californians Dedicated to Education Foundation.
- 9) 堀田のぞみ（2011）,「7 科学技術政策と理科教育－初等中等段階からの科学技術人材育成に関する欧米の取組み－」,『科学技術政策の国際的な動向』, 121 -134.
- 10) 千田有一（2013）,「米国における科学技術人材育成戦略：科学、技術、工学、数学（STEM）分野卒業

- 生の 100 万人増員計画),『科学技術動向』, 133, 17-26.
- 11) Yakman, G. (2008), STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education. [https://www.researchgate.net/publication/327351326\\_STEAM\\_Education\\_an\\_overview\\_of\\_creating\\_a\\_model\\_of\\_integrative\\_education](https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education) (2021 年 2 月 1 日アクセス)
  - 12) 文部科学省 (2019), 「新学習指導要領の趣旨の実現と STEAM 教育について-「総合的な探究の時間」と「理数探究」を中心に-」, [https://www.mext.go.jp/content/1421972\\_2.pdf](https://www.mext.go.jp/content/1421972_2.pdf) (2021 年 2 月 1 日アクセス)
  - 13) 経済産業省 (2019), 「未来の教室」ビジョン 経済産業省「未来の教室」と EdTech 研究会 第 2 次提言, [https://www.meti.go.jp/shingikai/mono\\_info\\_service/mirai\\_kyoshitsu/pdf/20190625\\_report.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/mirai_kyoshitsu/pdf/20190625_report.pdf) (2021 年 2 月 1 日アクセス)
  - 14) 齋藤昇 (1999) 「数学教育における創造性に関する態度尺度の開発-小学 6 年生・中学 1・2・3 年生を対象として-」, 全国数学教育学会, 『全国数学教育学会誌 数学教育学研究』第 5 巻, 35-46
  - 15) 利根川裕太, 佐藤智 (著), 一般社団法人みんなのコード (監修) (2017) 『先生のための小学校プログラミング教育がよくわかる本』翔泳社, 126-136
  - 16) 文部科学省 (2020 b) 『小学校プログラミング教育の手引 (第三版)』, 8-9, 16-17
  - 17) 文部科学省 (2017), 小学校学習指導要領解説総則, 東洋館出版社, 182
  - 18) 砂田瑞貴 (2020), 「小学校における STEAM 教育のカリキュラムマネジメントと実践」『日本科学教育学会研究会研究報告』, 2020 年 35 巻 3 号、103-108
  - 19) 川原田康文・松田 孝・磯部征尊・他 3 名 (2020) 「Society 5.0 に必要な資質・能力を育成する小学校段階における STEAM/STREAM 教科の教育課程の参照基準」, 『上越教育大学研究紀要』39(2)、539-553
  - 20) 本学 STEAM Lab へのプログラミング教育に関するお問い合わせ相談は下記アドレスまで連絡をください。steam-lab@osaka-ohsaka.ac.jp (担当: 竹歳賢一)  
(2021 年 2 月 15 日 受理)